

**ANALISIS HARMONIK DAN PERANCANGAN *SINGLE
TUNED FILTER* PADA SISTEM DISTRIBUSI STANDAR IEEE
18 *BUS* DENGAN MENGGUNAKAN *SOFTWARE ETAP
POWER STATION 4.0***



**Disusun Sebagai Salah Satu Syarat Menyelesaikan Program Studi Strata 1
Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Surakarta**

**Diajukan oleh:
NOVIX JEFRI ALFAMA
D 400 100 018**

**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA
2013**

LEMBAR PERSETUJUAN

Tugas Akhir dengan judul "**ANALISIS HARMONIK DAN PERANCANGAN
SINGLE TUNED FILTER PADA SISTEM DISTRIBUSI STANDAR IEEE
18 BUS DENGAN MENGGUNAKAN SOFTWARE ETAP POWER
STATION 4.0**" ini diajukan oleh :

Nama : Novix Jefri Alfama

NIM : D400 100 018

Guna memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan program Sarjana Strata-Satu (S1) pada Fakultas Teknik Program Studi Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Surakarta, telah diperiksa dan disetujui pada :

Hari : Rabu

Tanggal : 23 Oktober 2013

Mengetahui,

Pembimbing 1



(Agus Supardi, ST,MT.)

Pembimbing 2

 22/10-13

(Hasyim Asy'ari, ST,MT.)

LEMBAR PENGESAHAN

Tugas Akhir dengan judul "**ANALISIS HARMONIK DAN PERANCANGAN SINGLE TUNED FILTER PADA SISTEM DISTRIBUSI STANDAR IEEE 18 BUS DENGAN MENGGUNAKAN SOFTWARE ETAP POWER STATION 4.0**" ini telah diajukan dan dipertahankan di hadapan dewan penguji Tugas Akhir Fakultas Teknik Jurusan Elektro Universitas Muhammadiyah Surakarta, pada :

Hari : Kamis

Tanggal : 7 November 2013

Dewan Penguji Tugas Akhir :

1. Agus Supardi, ST. MT
2. Hasyim Asy'ari, ST. MT
3. Aris Budiman, ST. MT
4. Umar, ST. MT




Mengetahui

Dekan Fakultas Teknik UMS

Ketua Jurusan Teknik Elektro UMS

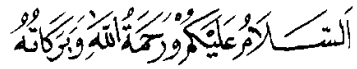


(Ir. Agus Ryanto, MT)



(Ir. Jatmiko, MT)

KATA PENGATAR



Puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah memberikan kenikmatan, hidayah serta taufiqnya sehingga sampai saat ini masih diberikan kesempatan untuk beribadah padaNYA dan telah menjadikanku manusia yang berakal dan berguna dalam dunia ini. Sholawat serta salam untuk junjunganku, Nabi Muhammad S.A.W yang aku nantikan–nantikan syafa’atnya.

Hanya karena Allah SWT akhirnya penulis bisa melewati kendala dan tantangan dalam menyelesaikan dan menyusun laporan tugas akhir ini. Tugas akhir ini disusun dan diajukan sebagai syarat untuk kelulusan dan mendapatkan gelar Sarjana Teknik di jurusan Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Surakarta. Adapun judul tugas akhir yang penulis ajukan : **“ANALISIS HARMONIK DAN PERANCANGAN *SINGLE TUNED FILTER* PADA SISTEM DISTRIBUSI STANDAR IEEE 18 BUS DENGAN MENGGUNAKAN *SOFTWARE ETAP POWER STATION 4.0*”**.

Selama penyusunan tugas akhir ini penulis mendapat dukungan, dan saran serta bantuan dari berbagai pihak, oleh karena itu dengan tulus ikhlas dan kerendahan hati penulis mengucapkan rasa terima kasih sebesar – besarnya kepada:

1. Bapak Ir. Agus Riyanto, MT. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.

2. Bapak Ir. Jatmiko, MT. selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Surakarta..
3. Bapak Agus Supardi, ST, MT. dan Bapak Hasyim Asy'ari, ST, MT. selaku Pembimbing yang telah memberikan bimbingan dan pengarahan kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.
4. Bapak Agus Ulinuha, DR, ST, MT. selaku Pembimbing Akademik yang telah banyak membimbing selama menempuh studi di Teknik Elektro UMS.
5. Bapak dan Ibu dosen atas kesedianya membimbing dan memberikan waktunya kepada penulis selama di Teknik Elektro.
6. Orang tuaku dan seluruh keluarga besar tercinta terima kasih atas semua kasih sayang dan doa yang tiada hentinya dan tidak pernah surut sehingga penulis bisa seperti saat ini.
7. Seluruh Staf Tata Usaha, Staf Akademik maupun non Akademik, yang telah banyak membantu dan memberikan kemudahan kepada penulis selama menempuh studi di Fakultas Teknik Jurusan Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Surakarta.
8. Teman-teman seperjuangan Teknik Elektro 2010, rekan-rekan Asisten Laboratorium Teknik Elektro, Keluarga Besar Perpustakaan Universitas Muhammadiyah Surakarta, semoga kekeluargaan ini tetap terjaga hingga nanti.
9. Seluruh pihak yang telah banyak membantu penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.

Akhir kata, penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih jauh dari kesempurnaan. Saran dan kritik yang membangun sangat penulis harapkan. Semoga karya ini dapat bermanfaat untuk rekan-rekan mahasiswa dan pihak-pihak yang berkepentingan.

وَالسَّلَامُ عَلَيْكُمْ وَرَحْمَةُ اللَّهِ وَبَرَكَاتُهُ

Surakarta, 7 November 2013

Penulis

MOTTO

"Allah menghendaki kemudahan bagimu dan tidak menghendaki kesukaran bagimu."

(Q.S. Al-Baqarah : 185)

"Dan bahwasanya seorang manusia tiada memperoleh selain apa yang telah diusahakannya."

(Q.S. An Najm : 39)

"Wahai manusia, sesungguhnya engkau harus bekerja keras (sungguh-sungguh dan tekun)

menuju keridhoan Tuhanmu, maka pasti kamu akan menemui-Nya."

(Q.S. Al-Insyiqaq :6)

"Sesungguhnya setelah kesulitan itu ada kemudahan. maka apabila kamu telah selesai

dari sesuatu urusan maka kerjakanlah dengan sungguh-sungguh urusan yang lain. Dan

hanya kepada Tuhanmu kamu berharap"

(QS. Alam Nasyrah (94) : 6 – 8)

PERSEMBAHAN

Karya kecil ini kupersembahkan untuk yang tercinta dan terkasih :

1. Allah SWT atas limpahan rahmat dan hidayahNYA yang tanpa batas kepada umat islam sehingga penulis mampu menyelesaikan laporan tugas akhir.
2. Nabi Muhammad SAW yang telah membawa umat islam dari jaman kebodohan menuju jaman yang penuh dengan ilmu pengetahuan dan teknologi.
3. Ibu dan almarhum bapakku tercinta. Kasih sayang, pengorbanan, dan doa yang penuh keikhlasan hati membanting tulang, membesarkan dan mendidik tanpa pamrih, yang hanya berharap anak-anaknya akan lebih baik dari mereka.
4. Segenap keluarga tercinta yang dapat menjadi motivasi baik moral maupun materi yang dapat membantu dalam proses belajar.
5. Sahabatku yang tak kalah penting dalam hidupku telah mengajarkan kesabaran, kebersamaan, keteguhan, dan kesetiaan.
6. Segenap Keluarga Mahasiswa Teknik Elektro (KMTE).
7. Rekan-rekan Asisten Laboratorium Teknik Elektro.
8. Keluarga Besar Perpustakaan Universitas Muhammadiyah Surakarta.
9. Teman-teman Teknik Elektro 2010 yang sudah sama-sama berjuang hingga mencapai puncak dari masa pembelajaran.

DAFTAR KONTRIBUSI

Tugas Akhir ini berawal dari ketertarikan penulis terhadap simulasi yang terdapat pada program *ETAP Power Station*, khususnya harmonik. Penulis mencari informasi tentang tugas akhir yang ada di perpustakaan kampus.

Setelah mendapatkan inspirasi dan topik yang akan dituang ke dalam Tugas Akhir, penulis berkonsultasi dengan Bapak Agus Supardi ST, MT. Beliau menawarkan untuk menganalisa harmonik dan merancang *single tuned filter* pada sistem distribusi standart IEEE 18 *bus* dengan menggunakan *software ETAP Power Station*. Penelitian ini terbagi menjadi dua, penulis membahas analisis harmonik dan perancangan *single tuned filter* pada sistem distribusi standard IEEE 18 *bus* dengan menggunakan *software ETAP Power Station 4.0* serta analisis harmonik dan perancangan *high pass damped filter* pada sistem distribusi standard IEEE 13 *bus* dengan menggunakan *software ETAP Power Station 7.0* dibahas oleh teman saya bernama Agus Widodo.

Setelah berkonsultasi dengan Bapak Agus Supardi, ST, MT. mengenai judul Tugas Akhir dan beliau bersedia untuk membimbing penulis dalam menyusun laporan Tugas Akhir ini. Beliau juga menyarankan untuk dosen pembimbing II Tugas Akhir ini adalah Bapak Hasyim Asy'ari, ST, MT. Setelah seminar Proposal Tugas Akhir ada beberapa saran dan masukkan dari dosen penguji demi perbaiki Tugas Akhir ini.

Penelitian ini dilakukan dengan menggambar diagram single line yang di berikan oleh Bapak Agus Supardi, ST, MT. ke bentuk model *ETAP Power*

Penulis memasukan data-data yang telah diberikan dan disimulasikan dengan studi aliran daya. Setelah rangkaian jalan, kemudian dilakukan simulasi harmonik tanpa beban nonlinier, dengan adanya beban nonlinier, dan pemasangan filter. serta melakukan perancangan *single tuned filter*.

Setelah simulasi berhasil, kemudian mencatat hasil data keluaran *text report* tersebut untuk analisa dalam Tugas Akhir ini.

Demikian daftar kontribusi penulis buat dengan sejujur-jujurnya.

Surakarta, 7 November 2013

Mengetahui

Dosen Pembimbing I



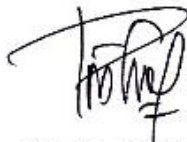
(Agus Supardi, ST, MT)

Dosen Pembimbing II



(Hasyim Asy'ari, ST, MT)

Mahasiswa



(Novix Jefri Alfama)

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PERSETUJUAN	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
KATA PENGANTAR	iv
MOTTO.....	vii
PERSEMBAHAN.....	viii
DAFTAR KONTRIBUSI.....	ix
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR GAMBAR	xv
ABSTRAKSI.....	xvii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah	4
1.4 Tujuan Penelitian	5
1.5 Manfaat Penelitian	5
1.6 Sistematika Penulisan	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	8
2.1 Telaah Penelitian	8
2.2 Landasan Teori	9

2.2.1. Distorsi Harmonik dan Definisinya	9
2.2.2. Penyebab Timbulnya Harmonik pada Sistem Distribusi	10
2.2.3. Akibat Harmonik	11
2.2.4. <i>Single Tuned Filter</i>	13
2.2.5. Aliran Beban	15
2.2.6. <i>Software ETAP POWER STATION 4.0</i>	17
2.2.7. Studi Analisis Harmonik	18
BAB III METODE PENELITIAN	20
3.1 Jadwal Penelitian	20
3.2 Tahapan Penelitian.....	20
3.2.1 Tahap Studi Literatur.....	20
3.2.2 Pengumpulan Data	20
3.2.3 Tahap Pengolahan Data.....	21
3.3 Alat Dan Bahan	21
3.3.1 <i>Hardware dan Software</i>	21
3.3.2 Gambaran Sistem Distribusi Standar IEEE 18 <i>Bus</i>	22
3.3.3 Data Kapasitor.....	24
3.3.4 Data Impedansi Saluran.....	24
3.3.5 Data Beban Tiap <i>Bus</i>	25
3.3.6 Data Gardu Induk.....	27
3.3.7 Data Beban Nonlinier dan Parameter Penyusun Komponen ..	27
3.3.8 Fasilitas Pada <i>ETAP Power Station 4.0</i>	29
3.3.8.1 <i>Project Toolbar</i>	29

3.3.8.2 <i>Mode Toolbar</i>	30
3.4 <i>Flowchart</i> Penelitian.....	31
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	32
4.1 Hasil Simulasi Analisis Aliran Beban	32
4.2 Hasil Simulasi Analisis Harmonik Tanpa Beban Nonlinier	34
4.3 Hasil Simulasi Analisis Harmonik dengan Adanya Beban Nonlinier	38
4.4 Perancangan <i>Single Tuned Filter</i>	45
4.5 Hasil Simulasi Analisis Harmonik dengan Adanya Beban Nonlinier dan Pemasangan <i>Single Tuned Filter</i>	58
BAB V PENUTUP	66
5.1 Kesimpulan	66
5.2 Saran	67
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Jenis <i>bus</i> dan besarannya	16
Tabel 3.1. Data kapasitas kapasitor untuk simulasi	24
Tabel 3.2. Data impedansi saluran untuk simulasi	25
Tabel 3.3. Data beban tiap <i>bus</i> untuk simulasi	26
Tabel 3.4. Kapasitas gardu induk untuk simulasi.....	27
Tabel 3.5. Data beban nonlinier.....	27
Tabel 3.6. Parameter penyusun komponen	28

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Rangkaian <i>single tuned filter</i> dan kurva impedansi terhadap frekuensi	13
Gambar 3.1. Diagram garis tunggal sistem disribusi standart IEEE 18 <i>bus</i> ...	22
Gambar 3.2. Model sistem distribusi standart IEEE 18 <i>bus</i> dalam <i>ETAP Power Station 4.0</i>	23
Gambar 3.3. <i>Project toolbar</i>	29
Gambar 3.4. <i>Mode toolbar</i>	30
Gambar 3.5. <i>Flowchart</i> penelitian.....	31
Gambar 4.1. Diagram satu garis <i>load flow analysis</i>	32
Gambar 4.2. Tabel hasil simulasi <i>load flow analysis</i>	33
Gambar 4.3. Diagram satu garis <i>harmonic analysis</i> tanpa beban nonlinier ...	34
Gambar 4.4. Tabel nilai distorsi harmonik tegangan dan arus pada sistem distribusi tanpa beban nonlinier	35
Gambar 4.5. Tabel nilai rugi-rugi sebelum adanya beban nonlinier	36
Gambar 4.6. Spektrum harmonik dan bentuk gelombang sinusoidal pada sistem distribusi 18 <i>bus</i> tanpa beban nonlinier	37
Gambar 4.7. Diagram satu garis <i>harmonic analysis</i> dengan adanya beban nonlinier	39
Gambar 4.8. Tabel nilai distorsi harmonik tegangan dan arus pada sistem distribusi dengan adanya beban nonlinier	40
Gambar 4.9. Tabel nilai rugi-rugi setelah adanya beban nonlinier	41

Gambar 4.10. Spektrum harmonik dan bentuk gelombang sinusoidal pada sistem distribusi 18 <i>bus</i> dengan adanya beban nonlinier	42
Gambar 4.11. Perbandingan bentuk gelombang sinusoidal tanpa beban nonlinier dan dengan adanya beban nonlinier	43
Gambar 4.12. Tabel nilai komponen penyusun <i>single tuned filter</i>	58
Gambar 4.13. Diagram satu garis <i>harmonic analysis</i> dengan adanya beban nonlinier dan pemasangan <i>single tuned filter</i>	59
Gambar 4.14. Tabel nilai distorsi harmonik tegangan dan arus pada sistem distribusi dengan adanya beban nonlinier dan pemasangan <i>single tuned filter</i>	60
Gambar 4.15. Tabel nilai rugi-rugi setelah adanya beban nonlinier dan pemasangan <i>single tuned filter</i>	61
Gambar 4.16. Spektrum harmonik dan bentuk gelombang sinusoidal pada sistem distribusi 18 <i>bus</i> dengan adanya beban nonlinier dan pemasangan <i>single tuned filter</i>	62
Gambar 4.17. Perbandingan bentuk gelombang sinusoidal dengan adanya beban nonlinier sebelum difilter dan sesudah difilter	63

ABSTRAKSI

Pemasangan beban nonlinier pada sistem distribusi dapat menimbulkan permasalahan yang dapat menurunkan kualitas daya listrik, masalah tersebut adalah harmonik. Keberadaan harmonik akan mempengaruhi kinerja komponen pada sistem distribusi tenaga listrik bahkan terjadinya kerusakan pada komponen tersebut. Salah satu dampak dari harmonik adalah adanya tambahan rugi-rugi pada penghantar berupa panas yang dapat menimbulkan gagalnya sebuah sistem isolasi pada level tertentu maupun panas berlebih pada kawat netral dan transformator. Untuk mengurangi distorsi harmonik maka diperlukan perancangan dan pemasangan filter harmonik. Salah satu jenis filter yang dapat digunakan adalah filter pasif jenis single tuned filter yang merupakan metode penyelesaian yang efektif dan ekonomis untuk mengalihkan arus harmonik yang tidak diinginkan dalam sistem distribusi tenaga listrik.

Dalam penelitian ini dilakukan analisis harmonik dan perancangan single tuned filter pada sistem distribusi standard IEEE 18 bus dengan cara melakukan simulasi menggunakan software ETAP Power Station. Penelitian dimulai dengan membuat model sistem distribusi dan memasukkan data-data parameter sistem ke dalam model tersebut. Setelah itu dilakukan simulasi aliran daya untuk mengamati nilai dan arah aliran daya, simulasi analisis harmonik tanpa beban nonlinier dan dengan menambahkan beban nonlinier, merancang single tuned filter, dan pemasangan single tuned filter pada sistem distribusi untuk mengurangi distorsi harmonik. Dari hasil simulasi harmonik akan diketahui pengaruh dari pemasangan beban nonlinier dan single tuned filter pada sistem distribusi.

Hasil simulasi menunjukkan bahwa dengan adanya pemasangan beban nonlinier pada sistem distribusi mengakibatkan nilai Total Harmonic Distortion tegangan pada bus yang dekat dengan sumber harmonik mengalami kenaikan berkisar antara 7.88 % sampai 8.21 % dan meningkatnya rugi-rugi daya nyata sebesar 17.6 kW. Setelah dilakukan perancangan dan pemasangan single tuned filter maka nilai Total Harmonic Distortion tegangan mengalami penurunan berkisar antara 3.29 % sampai 4.54 % sehingga sesuai dengan batas standar distorsi harmonik dan mengurangi rugi-rugi daya nyata sebesar 17.6 kW pada sistem distribusi.

Kata kunci : *analisis harmonik, single tuned filter, sistem distribusi*